

ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG PENDIDIKAN FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS TANJUNGPURA PONTIANAK

Puspita Rahmasari¹⁾ Yoke Lestyowati²⁾ Gatot Setya Budi²⁾

2294puspitarahmasari@gmail.com

ABSTRAK

Seorang perencana dituntut untuk dapat merancang dengan hasil berdaya guna tinggi, efisien, dan berestetika. Banyak aspek yang harus dipertimbangkan saat merancang suatu konstruksi, salah satunya adalah beban. Pengaruh beban gempa merupakan salah satu hal yang penting untuk dianalisis karena efek yang ditimbulkan terhadap bangunan dapat membahayakan manusia. Oleh karenanya diperlukan perancangan yang baik agar dapat mengurangi tingkat kecelakaan dan kerugian yang ditimbulkan.

Dalam tugas akhir ini gedung yang ditinjau adalah gedung berlantai 3 yang merupakan gedung pendidikan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura, Pontianak. Perhitungan struktur mengacu pada SNI 2847-2013 untuk desain beton bertulang, SNI 1726-2012 untuk desain terhadap gempa dan SNI 1727-2013 untuk pembebanan pada struktur. Perhitungan struktur gedung ditinjau terhadap beban mati, beban hidup dan beban gempa. Perhitungan yang dilakukan meliputi elemen pelat, balok, kolom, dan pondasi. Digunakan aplikasi SAP2000 untuk membantu perhitungan gaya dalam elemen struktur. Pada struktur digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SPRMB) karena berada pada wilayah kategori desain seismik A, dimana tidak ada aturan khusus yang harus dipenuhi. Digunakan pondasi tiang pancang karena sesuai untuk kondisi tanah lunak di Kota Pontianak dengan daya dukung yang sebagian besar didapat dari daya lekat tiang pada tanah.

Kata kunci : Struktur, beton bertulang, SNI 2847-2013, SNI 1726-2012, SNI 1727-2013, pondasi

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi akibat adanya pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Gempa bumi sendiri tidaklah membahayakan, namun efek yang ditimbulkan terhadap bangunan lah yang dapat membahayakan manusia. Pada saat terjadi gempa, struktur akan mengalami getaran ke berbagai arah. Getaran inilah yang menjadi faktor penyebab terjadinya keruntuhan struktur, karena gaya lateral yang bekerja pada struktur tersebut melebihi kemampuan struktur dalam menahan beban lateral.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 03 – 1726 – 2012) mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur

Bangunan Gedung dan Non Gedung, Kota Pontianak termasuk dalam zona gempa ringan dan mengharuskan setiap bangunan di Kota Pontianak memperhitungkan parameter gaya gempa untuk mengantisipasi terjadinya gempa agar tidak menimbulkan dampak kerugian yang besar.

Dalam peraturan tersebut, struktur bangunan gedung diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu struktur bangunan gedung beraturan dan tidak beraturan. Struktur bangunan gedung tidak beraturan dikategorikan menjadi ketidakberaturan horizontal dan ketidakberaturan vertikal. Pengaruh gaya gempa akan berbeda terhadap struktur bangunan beraturan dengan bangunan tidak beraturan.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan mengenai gedung di Indonesia, kini bentuk –

bentuk struktur gedung mulai bervariasi dan cenderung tidak beraturan sebagai perwujudan atas ide - ide kreatif dalam estetika arsitektural gedung. Namun untuk di Kalimantan Barat khususnya di Kota Pontianak, bangunan dengan struktur gedung tidak beraturan masih jarang ditemukan.

Karenanya penulis mencoba mengangkat judul skripsi ini dengan harapan dapat menjadi referensi mengenai pembangunan gedung dengan struktur tidak beraturan di Pontianak dengan menggunakan acuan SNI 03-2847-2013 dan SNI 03 – 1726 – 2012.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mencoba menghitung kembali struktur Gedung perkuliahan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura yang memiliki ketidakberaturan struktur horizontal berdasarkan pedoman SNI 03-2847-2013. Gedung ini merupakan gedung tiga lantai dengan struktur beton bertulang.

Dari segi teknis, merencanakan bangunan bertingkat di Kota Pontianak sangat memerlukan perhatian khusus agar bangunan secara teknis kuat, namun tetap memperhatikan unsur estetika. Walaupun Kota Pontianak termasuk dalam zona gempa ringan namun kemungkinan terjadi gempa tetap ada, sehingga bangunan tetap harus dirancang tahan gempa dengan menggunakan pedoman SNI 1726-2012.

1.3. Pembatasan Masalah

Masalah yang dibatasi dalam penulisan tugas akhir dengan judul Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura Pontianak, antara lain:

- a. perhitungan struktur dibatasi pada perhitungan pondasi dan elemen struktur seperti pelat, balok, kolom
- b. Perhitungan atap, area parkir, drainase, kelistrikan, dan rencana anggaran biaya (RAB) tidak dilakukan

1.4. Maksud dan Tujuan

- a. Menguasai dasar-dasar dan tahapan-tahapan dalam perhitungan struktur bangunan gedung.

- b. Mampu melakukan analisa perhitungan gaya-gaya dalam pada struktur akibat beban vertikal dan beban horizontal.
- c. Mendapatkan bangunan yang kuat secara struktural, dengan ukuran penampang yang efisien memiliki daya guna tinggi, dan memiliki nilai estetika.
- d. Mampu merencanakan gedung bertingkat yang memenuhi syarat kekuatan dan kekakuan

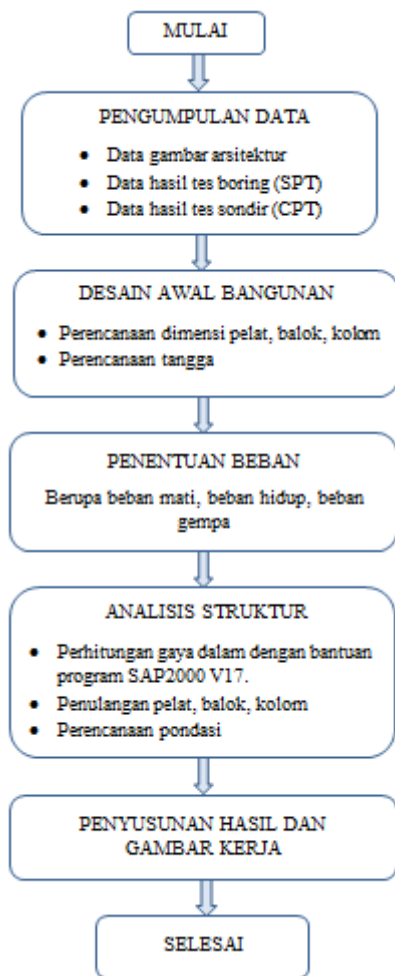
1.5. Metode Penulisan

Secara garis besar, metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi dua yaitu :

- a. Studi Pustaka (*Library Research*)
- b. Merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan pengetahuan-pengetahuan mengenai topik yang diangkat. Penulis memperoleh bahan penulisan dari referensi berbagai literatur serta ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan.
- c. Penggunaan Program Analisis Struktur

Langkah-langkah umum yang terdapat dalam perencanaan struktur dengan program analisis struktur :

- Membuat model struktur dalam bentuk 3 dimensi
- Memasukkan data struktur yang akan digunakan seperti tipe material, *section frame*, *load combination*, dll.
- Analisa (*run*) gaya-gaya dalam struktur yang dimodelkan



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

1.6. Sistem Pembebanan

Sistem pembebanan dalam perhitungan meliputi sistem pembebanan vertikal dan sistem pembebanan horizontal:

- a. Beban vertikal
 - Beban mati, berupa berat sendiri struktur ditambah komponen-komponen lain yang berhubungan dan bersifat tetap.
 - Beban hidup, disebabkan penggunaan bangunan sesuai dengan fungsinya dan bersifat sementara.
- b. Beban horizontal, berupa beban gempa. Sedangkan akibat beban angin tidak perlu diperhitungkan karena pengaruh beban gempa lebih besar sehingga yang diperhitungkan sebagai beban horizontal adalah beban gempa.

1.7. Persyaratan yang Digunakan

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2013
- b. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan

Gedung dan Non Gedung SNI 03-1726-2012

- c. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain 2013, SNI-1727-2013
- d. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG) 1987

2. DATA STRUKTUR

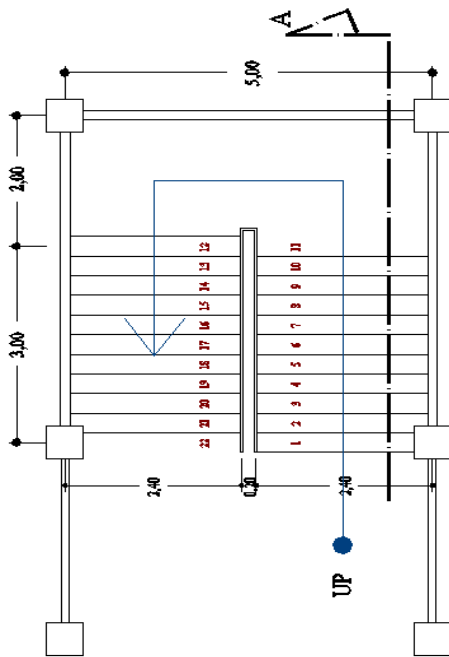
Adapun data-data yang Digunakan adalah sebagai berikut :

- Fungsi gedung = Gedung perkuliahan
- Jenis struktur = Beton Bertulang
- Sistem struktur = SRPMB
- Jenis tanah = Tanah lunak
- Letak wilayah = Pontianak
- Jumlah lantai = 3 lantai
- Panjang bangunan = 98 m
- Lebar bangunan = 47 m
- Tinggi lantai 1,2 = 4 m
- Tinggi lantai 3 = 5 m
- Tinggi total bangunan = 14,5 m
- Mutu beton (f_c') = 25 Mpa
- Mutu baja (f_y) deform = 400 Mpa
- Mutu baja (f_y) polos = 240 Mpa

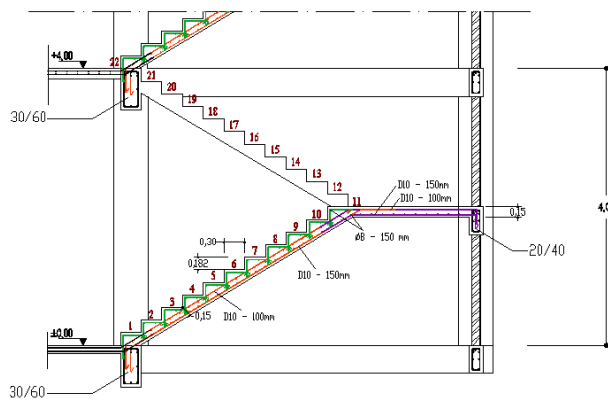
2.1. Hasil perencanaan Tangga

Data perencanaan tangga :

- Beda elevasi lantai (H) : 400 cm
- Lebar tangga (Lt) : 240 cm
- Lebar bordes (Lb) : 200 cm
- Lebar anak tangga (l) : 30 cm
- Jumlah antrade :
 $(300/30) + (300/30) = 20$ buah
- Jumlah optrade :
 $(10+1) + (10+1) = 22$ buah
- Tinggi anak tangga (t) :
 $(400 \text{ cm} / 22 \text{ buah}) = 18,182 \text{ cm}$
- Tinggi bordes : 11 buah x 18,182 cm = 200 cm
- Sedut elevasi tangga (α) : $\tan^{-1} (200 \text{ cm} / 300 \text{ cm}) = 33,690^\circ$



Gambar 2. Denah Tangga



Gambar 3. Potongan A-A

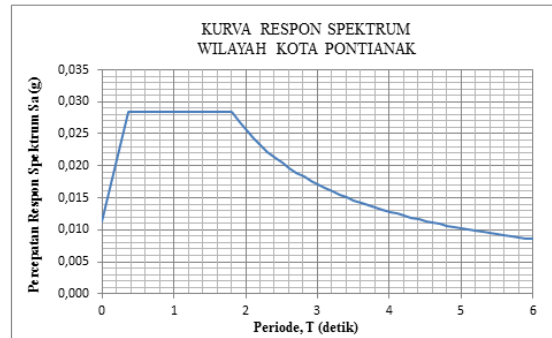
3. ANALISIS BEBAN HORIZONTAL

3.1. Spektrum Respon Desain

Perhitungan beban gempa pada gedung perkuliahan ini, spektrum respons desain menggunakan program yang disediakan oleh dinas Pekerjaan Umum melalui situs puskim.pu.go.id.

- Kategori resiko = IV
- Kelas situs = SE (tanah lunak)
- $(S_s) = 0,017g$
- $(S_1) = 0,022g$
- $F_a = 2,5$
- $F_v = 3,5$
- $S_{MS} = 0,0425 g$
- $S_{M1} = 0,0770 g$
- $S_{DS} = 0,0283 g$
- $S_{D1} = 0,0513 g$
- $KDS = A$
- Faktor keutamaan gempa (I_e) = 1,50

- Koefisien modifikasi respons (R) = 3
- Faktor kuat lebih sistem (Ω_0) = 3
- Faktor pembesaran defleksi (C_d) = 2,5



Gambar 4. Spektrum Respon Desain Wilayah Kota Pontianak

3.2. Periode Fundamental

Dengan Rangka beton pemikul momen, penentuan fundamental pendekatan adalah sebagai berikut:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x = 0,0466 \times 14,5^{0,9} = 0,517 \text{ detik}$$

$$T_{maksijin} = C_u \cdot T_a$$

$$T_{maksijin} = 1,7 \times 0,517 = 0,879 \text{ detik}$$

Periode getar (T_c) yang didapat dari hasil analisis program SAP2000 dari *load case* modal adalah 0,86291 detik.

Jika $T_c > C_u \cdot T_a$, gunakan $C_u \cdot T_a$

Jika $T_a < T_c < C_u \cdot T_a$, gunakan T_c

Jika $T_c < T_a$, gunakan T_a

Maka digunakan $T = 0,86291$ detik

3.3. Faktor Respons Gempa

$$T_0 = 0,362 < T_c = 0,86291 < T_s = 1,812,$$

maka $S_a = S_{DS}$

$$C_s = \frac{S_a}{R} = \frac{0,0283}{3} = 0,0142$$

Nilai C_s tidak perlu melebihi:

$$C_{S_{max}} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} = \frac{0,0513}{0,517 \left(\frac{3}{1,5} \right)} = 0,0496$$

Nilai C_s juga tidak kurang dari:

$$C_{S_{min}} = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$$

$$C_{S_{min}} = 0,044 \times 0,0283 \times 1,5 = 0,00187$$

$$C_{S_{min}} = 0,01$$

Maka nilai $C_s = 0,0142$

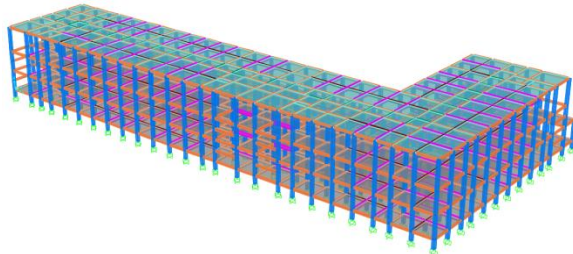
3.4. Gaya Geser Dasar

$$V = C_s \cdot W_{tot}$$

$$= 0,0142 \times 91414,258 kN$$

$$= 1295,035 kN$$

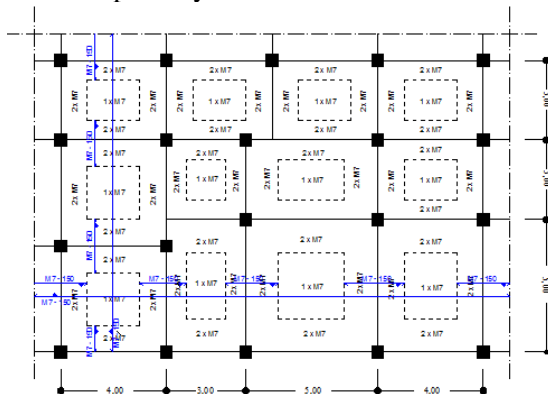
4. HASIL PERENCANAAN STRUKTUR



Gambar 5 Permodelan struktur utama dengan program aplikasi

4.1. Pelat Lantai

Tebal Pelat Lantai : 12 cm
 Tul tump arah x : M7-150
 Tul lap arah x : M7-150
 Tul tump arah y : M7-150
 Tul lap arah y : M7-150

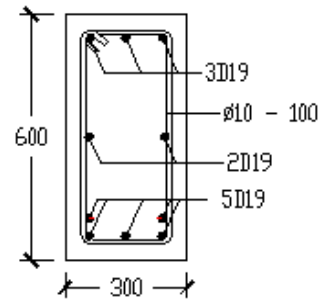


Gambar 6. Denah penulangan pelat dengan wiremesh

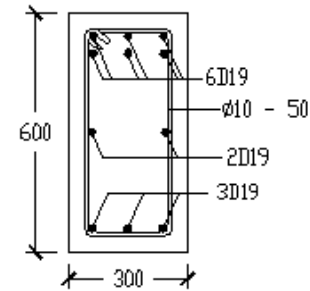
4.2. Balok

Data penampang balok :

- Tinggi balok (h) = 600 mm
- Lebar balok (b) = 300 mm
- Tulangan utama (D) = 19 mm
- Tulangan geser (D_s) = 10 mm
- Selimut beton (P_b) = 40 mm
- $f'_c = 25$ Mpa
- $f_y = 400$ Mpa
- $f_{ys} = 240$ Mpa
- $\beta_1 = 0,85$



Gambar 7. Detail Penulangan Area Lapangan



Gambar 8. Detail Penulangan Area Tumpuan

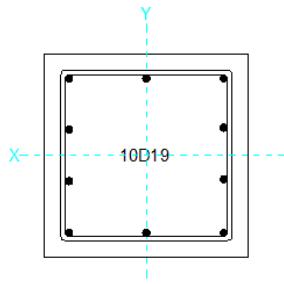
Tabel 1. Rekapitulasi Penulangan Balok

Tipe Balok	Lokasi	Dimensi (mm)	Longitudinal		Pinggang	Sengkang
			atas	bawah		
B30/60	Tumpuan	300 x 600	6D19	3D19	2D19	Ø10 - 50
	Lapangan		3D19	5D19	2D19	Ø10 - 100
B20/40	Tumpuan	200 x 400	5D16	2D16	2D16	Ø10 - 50
	Lapangan		2D16	2D16	2D16	Ø10 - 100
B15/30	Tumpuan	150 x 300	2D13	2D13	2D13	Ø10 - 50
	Lapangan		2D13	2D13	2D13	Ø10 - 50

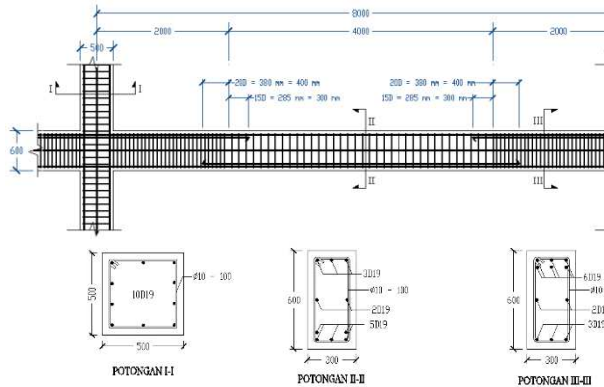
4.3. Kolom

Data penampang kolom :

- Panjang kolom (h_k) = 500 mm
- Lebar kolom (b_k) = 500 mm
- Selimut Beton (p_b) = 40 mm
- Mutu beton (f'_c) = 25 Mpa
- Mutu baja tulangan (f_y) = 400 Mpa
- Tulangan utama (D) = 19 mm
- Tulangan sengkang (D_s) = 10 mm

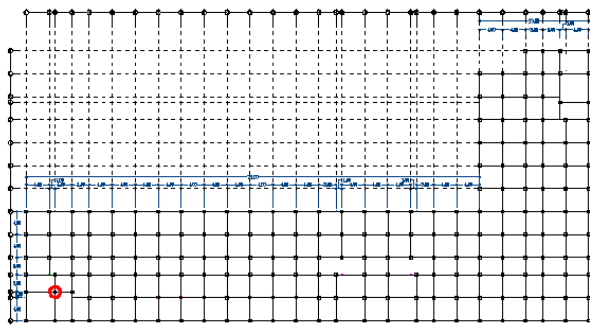


Gambar 9. Konfigurasi pemasangan tulangan kolom



Gambar 10. Detail penulangan balok dan kolom

5. HASIL PERENCANAAN PONDASI



Gambar 11. Rencana Pondasi

Direncanakan menggunakan tiang pancang persegi dimensi 20cm x 20cm dengan kedalaman 24m. Dari data N-SPT, didapat daya dukung ijin tiang pancang dikurangi berat sendiri :

$$Q_a = Q_a - \left(A_p \times l \times 2,4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right)$$

$$Q_a = 40,448 - (0,04 \times 24 \times 2,4)$$

$$Q_a = 38,144 \text{ ton} \approx 381,400 \text{ kN}$$

Gaya aksial ultimit dari SAP2000 adalah $P_u = 1187,390 \text{ kN}$ dari kombinasi 1,2D + 1,6L. Akan Dicoba menggunakan $n = 4$ tiang.

Direncanakan poer dengan dimensi :

Lebar (b) = 1,20 m
Panjang (h) = 1,20 m
Tinggi (t) = 0,5 m

Dengan :

– Jarak antar as tiang $2,5D \leq S \leq 3D$

Dengan D = diameter tiang

$50 \text{ cm} \leq S \leq 60 \text{ cm}$

digunakan $S = 60 \text{ cm}$

– Jarak as tiang ke tepi

$D \leq S \leq 1,5D$

$20 \text{ cm} \leq S \leq 30 \text{ cm}$

digunakan $S = 30 \text{ cm}$

Berat poer :

$$W_p = b.h.t \times 24 \text{ kN/m}^3$$

$$= 1,20 \times 1,20 \times 0,5 \times 24$$

$$= 17,280 \text{ kN}$$

$$\Sigma P_u = W_{\text{tot}} = P_u + W_p$$

$$= 1187,390 + 17,280$$

$$= 1204,670 \text{ kN}$$

Efisiensi kelompok tiang berdasar formula

$$F_{\text{led}} : E_g = \frac{4 \cdot \frac{13}{16}}{4} = 0,8125$$

Kapasitas ultimit kelompok tiang :

$$P_b = n.Q_a.E_g = 4.381,440.0,8125 = 1239,680 \text{ kN}$$

$P_b = 1239,680 > W_{\text{tot}} = 1204,670 \text{ kN}$, maka jumlah pondasi cukup untuk menahan beban.

5.1. Penulangan Poer

Data – data perencanaan :

- Lebar poer (b) = 1,20 m
- Panjang (h) = 1,20 m
- Tinggi (t) = 0,50 m
- Selimut beton (p_b) = 80 mm
- Tulangan utama (D) = 19 mm
- Mutu beton (f_c') = 25 Mpa
- Mutu baja tulangan (f_y) = 400 Mpa
- Faktor reduksi, ϕ_m = 0,90
- $\beta_1 = 0,85$ untuk $17 \text{ Mpa} < f_c' < 28 \text{ Mpa}$

Tabel 2. Perhitungan Penulangan Pondasi P2

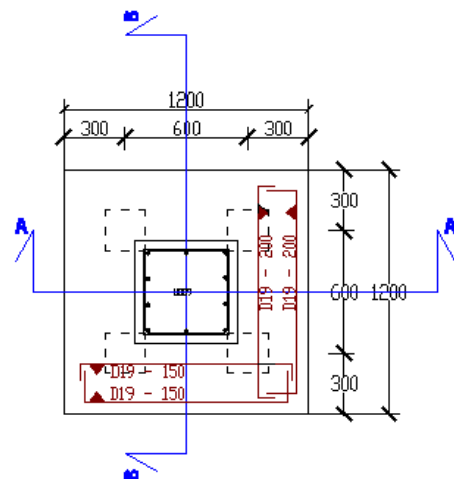
No.	Penampang Kritis	P2	
		memanjang	melintang
1	Lokasi pondasi	A18'	
2	Pu SAP (kN)	662,628	
3	Mx SAP (kNm)	4,9435	
4	My SAP (kNm)	25,8899	
5	n	2	
6	Panjang pondasi (mm)	1200	
7	Lebar pondasi (mm)	600	
8	Tebal pondasi (mm)	500	
10	Vu (kN)	374,464	
11	Selimit beton (mm)	80	80
12	Tulangan rencana(mm)	19	19
13	d (mm)	410,5	391,5
14	Mu (kNm)	18,723	0,000
15	m	18,824	18,824
16	Rn (N/mm ²)	0,103	0,000
17	ρ perlu	0,00026	0,00000
18	ρ min = 1,4/fy	0,0035	0,0035
19	ρ dipakai	0,0035	0,0035
20	As perlu	1724,100	822,150
21	As Tulangan (mm ²)	283,385	283,385
22	Jarak tulangan (mm)	197,240	206,813
23	Tulangan digunakan	D19-150	D19-200

Tabel 3. Perhitungan Penulangan Pondasi P3

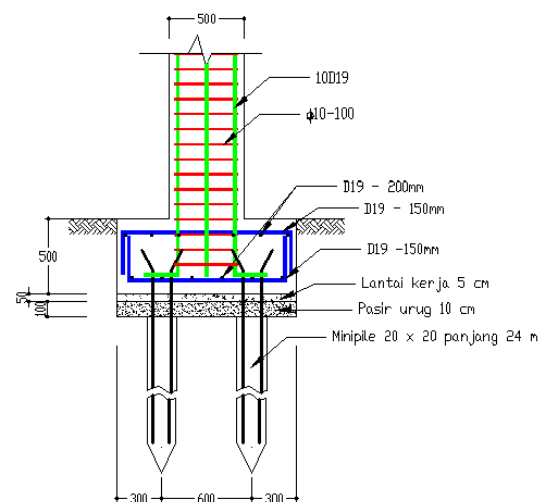
No.	Penampang Kritis	P3	
		memanjang	melintang
1	Lokasi pondasi	C22	
2	Pu SAP (kN)	975,675	
3	Mx SAP (kNm)	0,4088	
4	My SAP (kNm)	12,5718	
5	n	3	
6	Panjang pondasi (mm)	1200	
7	Lebar pondasi (mm)	1150	
8	Tebal pondasi (mm)	500	
10	Vu (kN)	346,626	
11	Selimit beton (mm)	80	80
12	Tulangan rencana(mm)	19	19
13	d (mm)	410,5	391,5
14	Mu (kNm)	17,331	23,813
15	m	18,824	18,824
16	Rn (N/mm ²)	0,095	0,150
17	ρ perlu	0,00024	0,00038
18	ρ min = 1,4/fy	0,0035	0,0035
19	ρ dipakai	0,0035	0,0035
20	As perlu	1724,100	1575,788
21	As Tulangan (mm ²)	283,385	283,385
22	Jarak tulangan (mm)	197,240	206,813
23	Tulangan digunakan	D19-150	D19-200

Tabel 4. Perhitungan Penulangan Pondasi P4

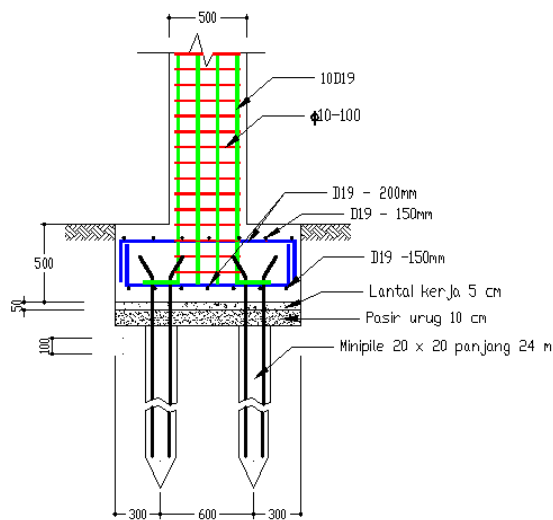
No.	Penampang Kritis	P4	
		memanjang	melintang
1	Lokasi pondasi	B'2'	
2	Pu SAP (kN)	1187,392	
3	Mx SAP (kNm)	18,9866	
4	My SAP (kNm)	26,995	
5	n	4	
6	Panjang pondasi (mm)	1200	
7	Lebar pondasi (mm)	1200	
8	Tebal pondasi (mm)	500	
10	Vu (kN)	335,166	
11	Selimit beton (mm)	80	80
12	Tulangan rencana(mm)	19	19
13	d (mm)	410,5	391,5
14	Mu (kNm)	33,517	33,517
15	m	18,824	18,824
16	Rn (N/mm ²)	0,814	0,211
17	ρ perlu	0,00046	0,00053
18	ρ min = 1,4/fy	0,0035	0,0035
19	ρ dipakai	0,0035	0,0035
20	As perlu	1724,100	1644,300
21	As Tulangan (mm ²)	283,385	283,385
22	Jarak tulangan (mm)	197,240	206,813
23	Tulangan digunakan	D19 -150	D19-200



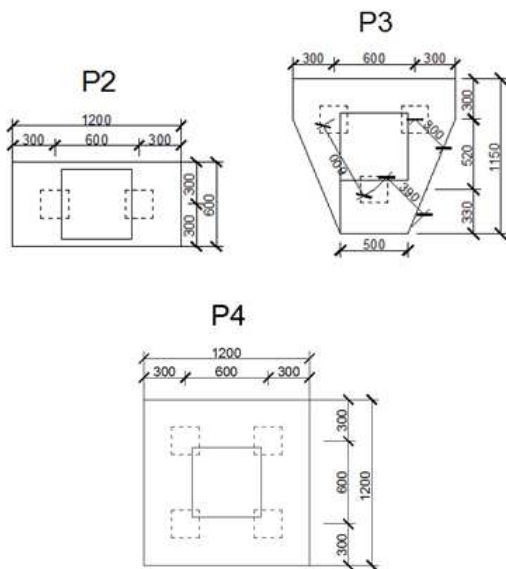
Gambar 12. Tampak Atas Pondasi P4



Gambar 13. Potongan A-A Pondasi P4



Gambar 14. Potongan B-B pondasi P4



Gambar 15. Konfigurasi Tiang Pondasi yang Digunakan

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis penulisan ini dapat diambil kesimpulan seperti berikut ini:

- Dimensi komponen struktur yang didapatkan dari hasil analisis ini adalah sebagai berikut :
 - Dimensi Balok
 - Balok induk bentang 3,00 m = 150 mm x 300 mm
 - Balok induk bentang 4,00 m = 200 mm x 400 mm
 - Balok induk bentang 8,00 m = 300 mm x 600 mm
 - Balok anak = 200 mm x 400 mm
 - Balok tangga = 300 mm x 600 mm
 - Balok bordes = 200 mm x 400 mm

- Dimensi Kolom = 500 mm x 500 mm

- Dimensi pelat = 120 mm

- Tangga gedung dirancang satu tipe dengan lebar tangga 2,40 m menggunakan tulangan tumpuan D10 – 100 mm, tulangan lapangan D10 – 150 mm, serta tulangan susut $\phi 8$ – 150 mm
- Lokasi perencanaan gedung termasuk dalam kategori desain seismik A (KDS A). Dalam penulisan ini digunakan sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB) dengan periode getar 0,86291 detik.
- Terdapat perbedaan dimensi komponen struktur pada hasil analisis dengan keadaan eksisting dikarenakan pada analisis ini memperhitungkan gaya gempa.
- Terdapat perbedaan ukuran pondasi pada hasil analisis dengan keadaan eksisting dikarenakan pada analisis ini digunakan sumber data boring (SPT) sedangkan pada keadaan eksisting menggunakan sumber data sondir (CPT).

6.2. Saran

Saran yang dapat diberikan penulis dari hasil penyusunan Tugas Akhir ini antara lain :

- Pada perhitungan tangga perlu direncanakan asumsi hubungan tangga dengan struktur utama.
- Untuk perhitungan pondasi lebih baik menggunakan data boring (SPT) karena SPT mengukur kekuatan tanah hingga kedalaman 30 m sehingga untuk perhitungan pondasi, data yang digunakan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)*. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012)*. Jakarta.

- Budianto. 2017. ***Perhitungan Gedung Sepuluh Lantai dengan Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) di Jl. Sepakat II Kota Pontianak***. Pontianak : Universitas Tanjungpura
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. ***Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)***. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2003. ***Teknik Fondasi 2***. Yogyakarta : Beta Offset.
- Lesmana, H.A. 2016. ***Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung Perkuliahan 7 Lantai Universitas Tanjungpura Pontianak***. Pontianak : Universitas Tanjungpura
- Satyarno Iman, dkk. 2012. ***Belajar SAP2000, Edisi Kedua***. Yogyakarta : Zamil Publishing
- Satyarno Iman, dkk. 2012. ***Belajar SAP2000, Analisis Gempa***. Yogyakarta : Zamil Publishing
- Setiawan, Agus. 2016. ***Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013***. Jakarta : Erlangga
- Rahardjo, Paulus P. 2000. ***Manual Pondasi Tiang***. Bandung : Universitas Katholik Parahyangan